КОЛЛОИДНЫЙ ЖУРНАЛ

Том XLV 1983 № 6

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

УДК 541.18 : 537.311

О ДВИЖЕНИИ ЧАСТИЦ ИОНИТА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ И КОНЦЕНТРАЦИОННОМ ПОЛЯХ

Борковская Ю. Б., Жарких Н. И., Шилов В. Н.

Показано, что для частиц ионита и для непроводящих частиц с тонким двойным электрическим слоем при Rel$\gg$1 электрофоретическая и диффузиофоретическая подвижности совпадают и не зависят от формы и размеров частиц.

Скорость электрофореза непроводящих частиц при малых Rel описывается формулой Смолуховского для частиц сколь угодно сложной формы. Это замечательное обстоятельство связано с тем, что в приближении Смолуховского линии напряженности электрического поля обтекают частицу (нормальная к поверхности составляющая электрического $\nabla_n\varphi$ равна нулю), а скорость электроосмотического скольжения пропорциональна тангенциальной составляющей поля $\nabla_\theta\varphi$. При этом электрическое поле и поле скоростей жидкости оказываются подобными, а коэффициентом подобия является отношение скорости электроосмотического скольжения к напряженности электрического поля.

Если Rel не мало, или частица обладает объемной проводимостью, нормальная к поверхности составляющая электрического поля не равна нулю, ионы затекают в двойной электрический слой (ДЭС) или внутрь частицы, подобие между электрическим полем и полем скоростей нарушается. Кроме того, вследствие развития концентрационной поляризации [1] скорость скольжения связана уже не только с тангенциальным электрическим полем, но и с тангенциальным градиентом концентрации $\nabla_\theta c$.

Однако, если говорить о непроводящих частицах с большим поверхностным зарядом или о частицах ионита с большой емкостью обмена, то обращает на себя внимание то обстоятельство, что нормальная к поверхности составляющая градиента электрического потенциала для коионов $\nabla_n\mu_c$ равна нулю, поскольку у поверхности равен нулю нормальный поток коионов. Поэтому, если скорость скольжения жидкости пропорциональна градиенту электрохимического потенциала коионов, то поле скоростей жидкости будет подобно полю $\nabla\mu_c$.

Такой случай реализуется для непроводящих частиц при Rel$\gg$1 (что для тонкого ДЭС, однако, встречается редко) или для частиц ионита, когда их электропроводность, обусловленная исключительно противоионами (k_i), намного больше, чем объемная проводимость (k_e) среды. В этом случае изменение электрохимического потенциала противоионов внутри частицы мало по параметру k_e/k_i, так как поток противоионов внутри частицы того же порядка, что и снаружи, а проводимость много больше: $k_i/k_e\gg 1$. В таком случае электрохимический потенциал противоионов вдоль поверхности частицы практически постоянен, а единственной движущей силой скольжения является $\nabla\mu_c$. Зная, например, из [1] выражения для скорости скольжения под влиянием $\nabla_\theta\varphi$ и $\nabla_\theta c$, можно, помня о линейности задачи, составить выражение для скорости скольжения под влиянием $\nabla_\theta\mu_c$:

$$v_\theta = -\frac{\varepsilon_0}{2\pi\eta}\frac{RT}{F^2}\left(-\frac{\zeta}{4}+\ln\operatorname{ch}\frac{\zeta}{4}\right)\nabla_\theta\mu_c$$

здесь ζ — безразмерный электрокинетический потенциал, η — вязкость, остальные обозначения — общепринятые.

Таким образом, для частицы ионита при $k_i/k_e\gg 1$, также как и для непроводящей частицы с тонким ДЭС при Rel$\gg$1, поле скоростей жидкости подобно полю $\nabla\mu_c$. Скорость частицы по абсолютной величине совпадает со скоростью жидкости на большом расстоянии от частицы и равна

$$v = \frac{\varepsilon_0}{2\pi\eta}\frac{RT}{F^2}\left(-\frac{\zeta}{4}+\ln\operatorname{ch}\frac{\zeta}{4}\right)\nabla\mu_c\Big|_\infty$$

независимо от формы частицы.

Эта формула в равной степени справедлива и для электрофореза, в этом случае $\nabla\mu_c|_\infty = \pm F\nabla\varphi$, и для диффузиофореза, когда $\nabla\mu_c|_\infty = \frac{\nabla c}{c_0}RT$.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Духин С. С., Дерягин Б. В.* Электрофорез. М.: Наука, 1976, с. 386.

Институт коллоидной химии и химии воды АН УССР, Киев

Поступила в редакцию 21.II.1983

ON THE MOTION OF THE PARTICLES OF AN ION EXCHANGER IN AN ELECTRIC AND A CONCENTRATION FIELD

Borkovskaya Yu. B., Zharkykh N. I., Shilov V. N.

Summary

It has been shown that for the particles of an ion exchanger and for the nonconducting particles with a thin double electric layer at $Rel \gg 1$, the electrophoretic and the diffusiophoretic mobility coincide and do not depend on the shape and the size of particles.